

FORMULACIÓN SPLAT PARA EL CONTROL DE *Proeulia auraria* (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) A TRAVÉS DEL MÉTODO DE CONFUSIÓN SEXUAL EN FRUTALES

Splat formulation for the control of *Proeulia auraria* (Lepidoptera: Tortricidae) through the method of sexual confusion in fruits

Valverde- Rodríguez, Agustina

Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Perú.

*Autor para correspondencia:

agustina.valverde@ug.uchile.cl,  <https://orcid.org/0000-0003-1522-4827>

RESUMEN

La disrupción del apareamiento de *Proeulia auraria* (Lepidoptera: Tortricidae), utilizando copias sintéticas de la feromona sexual del insecto hembra, una mezcla de dos componentes, fue evaluado en huertos infestados de vid, manzanos y arándanos usando la formulación SPLAT (Specialized Pheromone and Lure Application Technology). En términos de g de feromona y número de fuentes emisoras/0,1 ha se probó: 7,8 g en 25 fuentes, 7,8 g en 75 fuentes, y 29,5 g en 25 fuentes en viñedos; y 2,6 g en 25 fuentes (arándanos) y 75 fuentes (manzanos). Todos los ensayos consideraron un testigo sin feromona (control) y se registró semanal las capturas de machos adultos de *P. auraria* en trampas Delta. En todos los tratamientos no hubo capturas de *P. auraria* durante las tres primeras semanas, post aplicación de SPLAT, en comparación con las unidades control (sin feromona), que muestran significativamente mayores capturas. Estos resultados demuestran un alto porcentaje (100%) de disrupción, que sin embargo deben ser confirmados en el tiempo.

Palabras clave: Feromonas, capturas, trampas Delta, disrupción de cópula.

ABSTRACT

The *Proeulia auraria* mating disruption (Lepidoptera: Tortricidae) using synthetic copies of the sex pheromone of the female insect, a mixture of two components E-tetradecyl acetate (E11-14: OAc) + E-11-tetradecanol (E11-14: OH), it was evaluated in orchards infested vine, apples and blueberries using the formulation SPLAT (Specialized Pheromone Lure Application and Technology). In terms of g pheromone and number of stations / sources 0.1 has been tested: 7.8 g in 25 sources, 7.8 g in 75 sources, and 29.5 g in 25 sources in vineyards; and 2.6 g in 25 sources (blueberry) and 75 sources (apple). All trials considered a witness without pheromone (control) and recorded weekly catches of adult male *P. auraria* Delta traps. In all treatments there was no *P. auraria*. Catches during the first three weeks, after application of SPLAT, compared with the control group (without pheromone), showing significantly higher catches. These results show a high percentage (100%) of disruption, however it must be confirmed in time and should be supplemented with assessments of damage to the foliage and fruit crops.

Keywords: Pheromones, catches, Delta traps, mating disruption.

<https://doi.org/10.47840/ReInA20199>

Recibido: 07 de setiembre de 2019

Aceptado para publicación: 20 de setiembre de 2019

INTRODUCCIÓN

La especie *Proeulia auraria* Clarke (Lepidóptera: Tortricidae) es una plaga cuarentenaria, que se distribuye principalmente en la región centro-sur (Klein y Waterhouse, 2000), y que ha sido citada por sus daños en uva vinífera, carozos, pomáceas, arándanos, cítricos y otras especies económicamente importantes de la fruticultura chilena (González, 2003). Los estados larvarios dañan los brotes, yemas, flores, frutos y pliegan las hojas mediante hilos de seda (Ripa y Larral, 2008). Posee dos generaciones bien marcadas y una tercera parcial al año (Sazo, 2012). La protección efectiva de los cultivos frente a la infestación larvaria normalmente requiere varias aplicaciones de insecticidas convencionales. Sin embargo, en huertos orgánicos esto no es posible, por tanto lo que es indispensable diversificar las tácticas de control mediante métodos amigables con el ambiente y la salud humana (Teixeira *et al.*, 2010). Una alternativa es el uso del método de “confusión o disrupción sexual”, técnica que involucra el uso de feromonas sexuales sintéticas de la especie a controlar, y cuyo efecto es interferir con el apareamiento y reproducción de la especie (Kovanci *et al.*, 2005; Pastori *et al.*, 2012). Una nueva formulación de feromona denominada SPLAT se ha evaluado recientemente, una matriz de cera que permite la incorporación de concentraciones variables de feromona y / o insecticida en la formulación (Atterholt *et al.*, 1999; Stelinski *et al.*, 2005; Mafra-Neto, 2013). Se puede aplicar manualmente (con

pistolas de dosificación, tubos de calafateo) y otros equipos en el campo (Reardon *et al.*, 2006; Teixeira *et al.*, 2010) como fuentes puntuales discretas que proporcionan el éxito de la confusión sexual de plagas (Stelinski *et al.*, 2005, João *et al.*, 2014).

El SPLAT es un producto viscoso, luego de la aplicación se solidifica rápidamente en la planta. Actúa produciendo un “efecto disruptivo del apareamiento”, entendiéndose como tal confundiendo al macho en su búsqueda por las fuentes naturales de feromona (Reardon *et al.*, 2006; Barbat, 2008). SPLAT es una formulación orgánica aprobada por el USDA (Onufrieva *et al.*, 2014). Se compone principal ente de agua y una cera que es un subproducto de la refinación de petróleo, fácilmente disponible y barata (Kong *et al.*, 2014)

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la técnica de disrupción sexual en *P. auraria* en frutales, con diferentes densidades de emisores y dosis de su feromona sintética dispuesta en emisores SPLAT.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la fenología de *P. auraria* en frutales, a través de monitoreo con trampas cebadas con feromona sexual sintética
- Evaluar el efecto de varias dosis de feromona y densidades de fuentes puntuales SPLAT, en la disrupción de *P. auraria*, en vides, manzanos y arándanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

Los ensayos de seguimiento/o monitoreo y los estudios de disrupción sexual se llevaron a cabo en 4 huertos orgánicos, ubicados en la VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins al sur de Santiago, Chile.

Materiales de trabajo

Trampas Pherocon, color blanco, estilo Delta con revestimiento reemplazable.
Septa: Rubber septa (Sigma Aldrich).
Formulación de feromona sexual sintética SPLAT.

Instalación y evaluación de trampas de monitoreo

Se instaló un total de 13 trampas cargadas con feromona sexual sintética a una dosis de 260 µg en los huertos orgánicos, en agosto de 2015, con recambios de la septa/trampa cada 10 semanas. Todas las trampas se revisaron semanalmente, registrando el número de capturas/trampa/semana.

Sitio experimental y tratamientos

En cada huerto se eligieron las parcelas de 0,1 ha, con una historia de la infestación de *P. auraria*, que se asignaron a diferentes tratamientos (3 repeticiones por tratamiento (Tabla 1) y parcelas control.

Los tratamientos fueron los siguientes.

Tabla 1. Resumen de los tratamientos utilizados durante los experimentos.

Ensayo 1.	Ensayo 2.
a) 7,8 g de feromona/25 emisores. b) 7,8 g de feromona/75 emisores. c) Control (sin feromona)	a) 7,8 g de feromona/75 emisores. b) 29.5 g de feromona/75 emisores. c) Control (sin feromona)
Ensayo 3.	Ensayo 4.
a) 2,6 g de feromona/25 emisores. b) Control (sin feromona)	a) 2,6 g de feromona/75 emisores. b) Control (sin feromona)

Evaluación de los tratamientos

La eficacia de cada uno de los tratamientos se evaluaron mediante la comparación del número de capturas de machos de *P. auraria*/ trampas colocadas dentro de las parcelas con tratamiento de confusión

sexual y las trampas de las parcelas control. Todas las trampas Delta se revisaron semanalmente y se registró el número de polillas capturadas/trampa/semana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Seguimiento y/o monitoreo de *Proeulia auraria*

Se registraron capturas de machos adultos de *P. auraria* a partir de la segunda semana de octubre de 2015 (Figura 1A y 1B), que aumentaron paulatinamente llegando a un máximo de 35

ejemplares/trampa en la segunda semana de diciembre de 2015, para luego declinar

rápida en la tercera semana del mes.

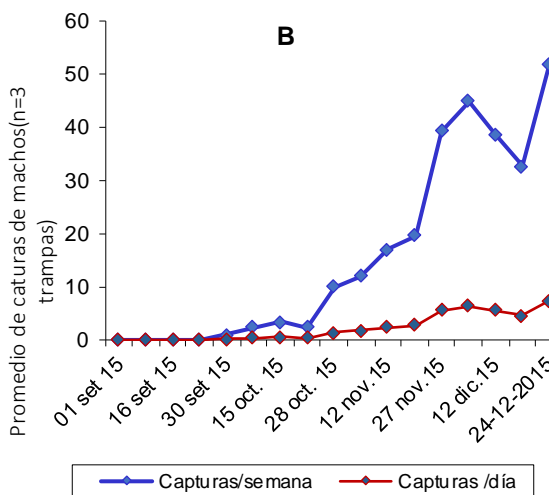
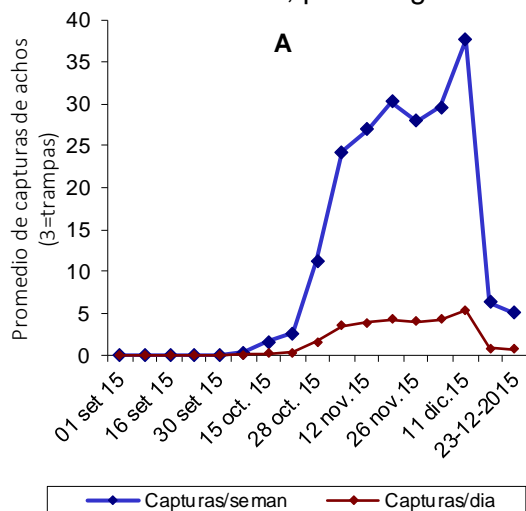


Figura 1. Capturas promedio semanales de machos adultos de *Proeulia auraria* en trampas cebadas con feromona en viñedos (A) y (B), respectivamente. Región de O'Higgins, temporada 2015-2016.

En el predio de manzanos (Figura 2A), las primeras capturas ocurrieron más tarde, en la última semana de octubre, y las capturas máximas se produjeron en la primera semana de diciembre de 2015, para luego declinar rápidamente a partir de la segunda semana. En el huerto de arándanos de la V

Región, los registros de captura obtenidos hasta la fecha se presentan en la Figura 2B, donde se observan capturas bajas inmediatamente después de la instalación de las trampas, lo que podría atribuirse a la fenología de la plaga.

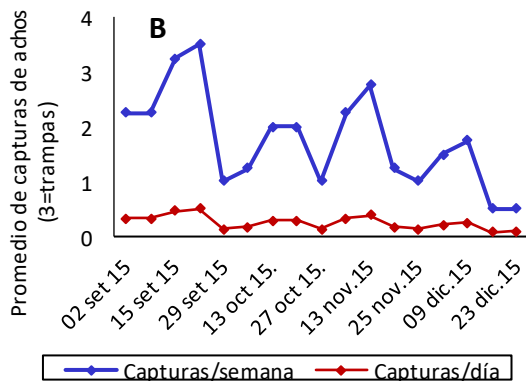
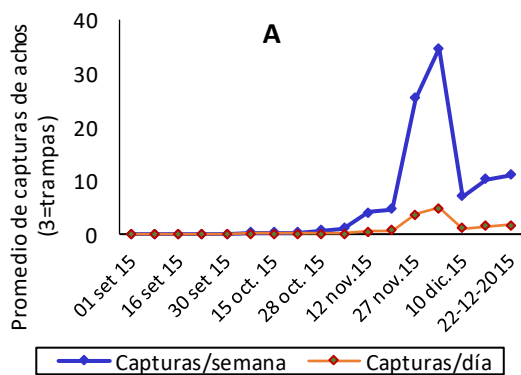


Figura 2. Capturas promedio semanales de machos adultos de *Proeulia auraria* en trampas cebadas con feromona en huertos de manzano (A) y arándanos (B), respectivamente. Región de O'Higgins, temporada 2015-2016.

Evaluación de la eficacia de la disrupción sexual de *Proeulia auraria* en frutales.

Las capturas promedio para cada tratamiento se presentan en la figura 3. El porcentaje de inhibición de las trampas

para cada tratamiento, mide la disminución de la captura de polillas macho en las trampas desplegadas en parcelas tratadas en comparación con las parcelas de control

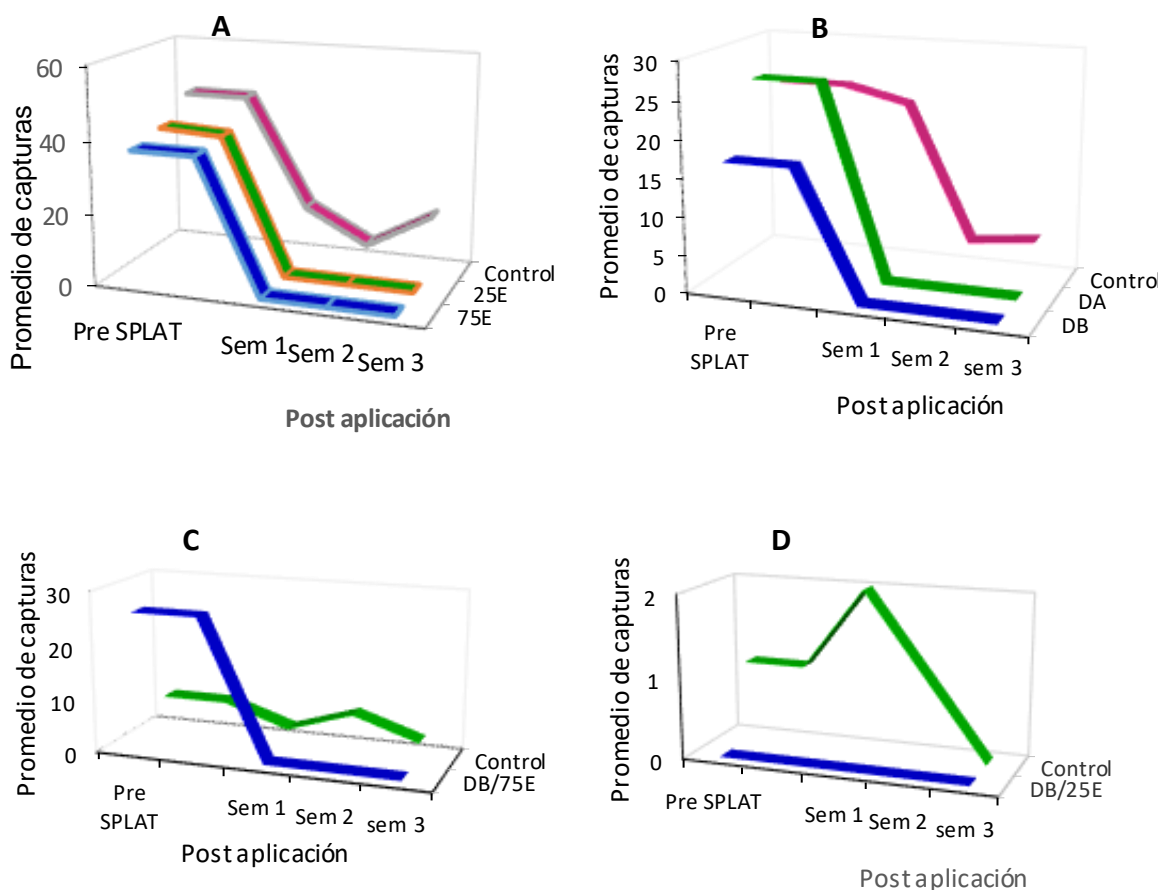


Figura 3. Capturas promedio semanales de machos adultos de *P. auraria* por semana en trampas Delta, en parcelas tratadas con formulaciones SPLAT y parcelas control (sin feromona) en vid vinífera (A, B), manzanos (C) y arándanos (D). Regiones de O'Higgins y Valparaíso, temporada 2015-2016.

En todos los ensayos, excepto en el de arándanos, se observa que las trampas presentaron capturas en la semana inmediatamente anterior a la instalación de SPLAT en el campo, demostrando infestación por *P. auraria* en las parcelas usadas y denotando la fenología parcial de

la especie en los predios. Luego las trampas de las parcelas tratadas con SPLAT se “apagaron” (i.e. las capturas cesaron) en el muestreo hecho la semana inmediatamente posterior a la instalación de la feromona, y esa situación que se mantuvo al menos hasta la semana 3 post-

instalación. Por otra parte, en ese período las capturas continúan en las parcelas control. Además, la disrupción de *P. auraria* ha sido de 100%, en todos los tratamientos con SPLAT a la fecha. Estos resultados indican que la aplicación de feromonas sexuales sintéticas a estas dosis y densidades de emisores son eficaces para la confusión sexual de *P. auraria* en estos plazos, aunque es necesario proseguir con los estudios para determinar si este efecto se mantiene en el tiempo. De acuerdo a las comparaciones estadísticas, el promedio de adultos de *P. auraria* (Tabla 2) capturados en trampas en la evaluación pre-aplicación de SPLAT fue estadísticamente similar entre las unidades experimentales del predio A, B y C, lo que demuestra la relativa homogeneidad de la infestación en esos predios. En el caso del huerto C, la diferencia estadística encontrada puede ser explicada por la fenología (etapa final del primer vuelo) y la menor densidad poblacional en ese campo. En este último caso, se registran bajas capturas en las trampas control, y nulas en la parcela con SPLAT, antes y después de la aplicación de feromona en campos (Figura 3).

En todos los predios, las capturas registradas corresponden a la primera generación. Este resultado coincide con los estudios de Campos *et al.*, (1981) y Sazo, (2012) quienes indican que los vuelos, de la primera generación de *P. auraria* ocurre entre agosto y noviembre. Según Curkovic, (2015) este primer vuelo corresponde al final de la generación invernante. Ello implica que los tratamientos con SPLAT se instalaron durante el período de actividad de los machos de *P. auraria*, aunque hacia el final del primer vuelo.

En general, nuestros resultados indican que hasta el momento todos los tratamientos han generado una disrupción sexual total de los machos de *P. auraria*, pero es necesario continuar las evaluaciones para determinar por cuánto tiempo se mantiene este efecto inhibitorio. Al igual que en otros estudios similares, los emisores SPLAT estarían desempeñando la función de desorientar a los machos adultos y como consecuencia, teóricamente se logra bajar la densidad poblacional de la plaga (Gut *et al.*, 2004). La reducción de las capturas de *P. auraria* en las unidades experimentales tratadas con feromonas sexuales sintéticas en comparación con las capturas en las parcelas control sin feromona ocurre como resultado de la desorientación de los machos, que no logran localizar las trampas, y presumiblemente, tampoco a las hembras durante el llamado (período de emisión de feromona para atraer a machos con-específicos). Este resultado es similar a los de otras investigaciones anteriores con otros tortricidos donde se ha utilizado la misma tecnología SPLAT. Por ejemplo, Pastori *et al.* (2012) han estudiado la confusión sexual para *Bonagota salubricola* (Meyrick) y *Grapholita molesta* en huertos de manzano en Brasil, utilizando emisores SPLAT a 22 g y 44 g/ha de feromona sexual sintética formulada en 1 kg de SPLAT, distribuida en 300 y 1000 fuentes puntuales/ha, donde observaron una disrupción significativa de 84,4 y 75,5% en machos de *B. salubricola* y *G. molesta*, respectivamente, en comparación con las unidades control con insecticida convencional, al final de los primeros tres meses de estudio, cabe destacar que el porcentaje de 100% de disrupción observado durante las tres primeras semanas de tratamiento es 100%

para disminuyó luego paulatinamente. Este resultado coincide con lo observado en nuestro estudio, donde la disrupción sexual de *P. auraria* ha sido de 100% en las tres primeras semanas de evaluación.

Soopaya *et al.* (2015) trabajaron en la erradicación de *Epiphyas postvittana* en huertos de manzanos en California, mediante la liberación de feromona sexual sintética con formulaciones SPLAT, que se aplicó a razón de 0,8 g/emisor (= 40 g i.a./ha de feromona), distribuidos en 500 fuentes puntuales por ha. Esos resultados son prometedores, el tratamiento generó confusión sexual de los machos entre el 98% al inicio (las primeras 12 semanas), y 86% acumulativo al final del estudio (8 meses). El apareamiento se redujo 93%, en comparación con los resultados en las áreas control. Para *P. auraria* hemos utilizado 7,8 g de feromona en 0,1 ha, en 25 y 75 fuentes puntuales, 29,5 g/0.1 ha en 75 fuentes puntuales, y 2,6 g de feromona en 25 y 75 fuentes puntuales. Epstein *et al.*, (2006) informan que la confusión sexual de *Cydia pomonella* en huertos de manzanos tratados con altas dosis de feromona, distribuidas en emisores SPLAT, proporciona resultados significativos cuando las densidades de las fuentes puntuales de emisión son más altas. En nuestro estudio hemos utilizado varias dosis de feromona distribuidas en diferentes densidades de emisores SPLAT. Los resultados en las tres primeras semanas de evaluación demuestran 100% de disrupción sexual de *P. auraria*.

Varios estudios reportan la eficacia de los tratamientos de confusión sexual con altas densidades de fuentes de feromona. Suckling *et al.* (2012) evaluaron formulaciones SPLAT con cuatro

densidades de fuentes puntuales (25, 72, 322 y 500/ha.) en comparación con el estándar Isomate Plus (500/ha como un control positivo) y un control sin tratar (negativo), para evaluar la confusión sexual de *Epiphyas postvittana* en el campo y los porcentajes de disrupción sexual (77,9, 90, 93 y 95,9%, respectivamente) aumentaron a medida que el número de fuentes puntuales por ha fue incrementado en las áreas tratadas con SPLAT en comparación con el control negativo e Isomate (que presentó 95,5% de disrupción). La disminución de la capacidad del insecto macho para llegar a las trampas de feromona dentro de las parcelas se tradujo en 90% de la disrupción sexual de *P. viteana* durante las 12 semanas de tratamiento.

De manera similar al estudio anterior, los ensayos en nuestro estudio se montaron en sitios con infestación de *P. auraria* en el primer vuelo de la población adulta y las capturas en las parcelas tratadas cesaron al 100% inmediatamente después de instalar SPLAT. Esta condición se mantuvo al menos las 3 primeras semanas para todos los tratamientos, en comparación con las trampas en las parcelas control (sin feromona) y las trampas de monitoreo que se siguen manteniendo en los predios circundantes (Figuras 1 y 2). Estos resultados de eficacia requieren ser confirmados en el tiempo y deben ser complementados con la evaluación del daño en follaje y frutos. El cese de la captura de machos de *P. auraria* en las áreas tratadas con SPLAT inmediatamente después de la aplicación (apagado de trampas) coincide con los resultados en otras especies y otros países (Molinari *et al.*, 2004; Il'ichev *et al.*, 2006; Stelinski *et al.*, 2006, 2007; Jenkins e Isaacs, 2008;

Suckling *et al.*, 2012; Onufrieva *et al.*, 2013; 2014).

En nuestro estudio se confirma preliminarmente la disrupción de *P. auraria*, que de continuar en el tiempo ofrecerá un método alternativo y específico

para controlar a *P. auraria* en Chile. Sin embargo, el desafío aún consiste en definir la concentración óptima de feromona en la fuente y el número de fuentes/ha, y la forma de aplicarla en cada cultivo.

CONCLUSIONES

Los trabajos de monitoreo en las zonas tratadas han permitido determinar la densidad y la dinámica poblacional de *P. auraria*, para implementar estudios de disrupción sexual.

Los resultados de esta investigación en las tres primeras semanas de evaluación demuestran 100% de disrupción sexual de *P. auraria*.

AGRADECIMIENTO

A los catedráticos de la Fac. Cs. Agronómicas, Depto. Sanidad Vegetal, Universidad de Chile y el Instituto de Química, Pontificia Universidad Católica de

Valparaíso, Chile; a los integrantes de la comisión de publicaciones de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan por la difusión del presente artículo.

BIBLIOGRAFIA

Alvarez, R. P., & Gonzalez, R. H. (1982). Biología de la polilla enrolladora del peral, *Proeulia auraria* (Clarke). *Rivista Fruticola*, 3, 75-80.

Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. Edición electrónica, distribuida con la instalación de InfoStat.

Barbat, T. (2008). Splat: fórmula innovadora contra *Grapholita molesta*. *Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, (206), 58-59.

Bohnenblust, E., Hull, L. A., & Krawczyk, G. (2011). A comparison of various mating disruption technologies for control of two internally feeding Lepidoptera in apples. *Entomologia*

Experimentalis et Applicata, 138(3), 202-211.

Curkovic, (2015). Eficacia y recomendaciones para el uso correcto de feromonas de confusión sexual". (Disponible en línea) http://www.fdf.cl/biblioteca/presentaciones/2015/seminario_lobesia/presentaciones/5_Seminario_FDF_19_ago_2015_De f.pdf

Curkovic, T. (2015). Avances en el monitoreo y desarrollo local. Técnica de Confusión Sexual Contra *Proeulia auraria*. *Redagícola Chile*: 44-47.

Degen, T., Chevallier, A., & Fischer, S. (2005). Evolution de la lutte phéromonale contre les vers de la grappe. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 37(5), 273-280.

- Frédérique, M., Epstein, D., Gut, L. J., Goldfarb, H., & Miller, J. R. (2010). Effect of varying dispenser point source density on mating disruption of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 103(4), 1299-1305.
- Gut, L. J., Stelinski, L. L., Thomson, D. R., & Miller, J. R. (2004). Behaviour-modifying chemicals: prospects and constraints in IPM. *Integrated pest Management: Potential, Constraints and Challenges*, 73-121.
- Kong, W. N., Li, J., Fan, R., & Ma, R. Y. (2014). Sex-pheromone-mediated mating disruption technology for the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae): overview and prospects. *Psyche: A Journal of Entomology*.
- Lapointe, S. (2015). Disruption of the leafminer *Phyllocnistis citrella* in citrus: effect of blend and placement height, longevity of disruption and emission profile of a new dispenser. *Florida Entomologist*. 98(2):742-748.
- Larraín, S. P., Guillon, M., Kalazich, J., Graña, F., & Vásquez, C. (2009). Effect of pheromone trap density on mass trapping of male potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), and level of damage on potato tubers. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(2), 281-285.
- Mafrá-Neto, A., Fettig, C. J., Munson, A. S., Rodríguez-Saona, C., Holdcraft, R., Faleiro, J. R., & Villagran, K. M. (2014). Development of specialized pheromone and lure application technologies (SPLAT®) for management of coleopteran pests in agricultural and forest systems. *Biopesticides: State of the Art and Future Opportunities*, 1172, 211-242.
- Onufrieva, K. S., Hickman, A. D., Leonard, D. S., & Tobin, P. C. (2014). Efficacies and Second-Year Effects of SPLAT GM™ and SPLAT GM™ Organic Formulations. *Insects*, 6(1), 1-12.
- Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión (2013). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Sanders, W. R., Liburd, O. E., Mankin, R. W., Meyer, W. L., & Stelinski, L. L. (2011). Applications and mechanisms of wax-based semiochemical dispenser technology for disruption of grape root borer mating. *Journal of Economic Entomology*, 104(3), 939-946.
- Teixeira, L. A., Grieshop, M. J., & Gut, L. J. (2010). Effect of pheromone dispenser density on timing and duration of approaches by peachtree borer. *Journal of Chemical Ecology*, 36(10), 1148-1154.
- Yang, C. Y., Han, K. S., Jung, J. K., Boo, K. S., & Yiem, M. S. (2003). Control of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) by mating disruption with sex pheromone in pear orchards. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 6(1), 97-10